

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN  
EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
31 de Julio de 2003 (31.07.2003)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
**WO 03/063318 A1**

(51) Clasificación Internacional de Patentes<sup>7</sup>: H02H 7/085,  
E05F 15/16

(21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES01/00508

(22) Fecha de presentación internacional:  
27 de Diciembre de 2001 (27.12.2001)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):  
**LEAR AUTOMOTIVE (EEDS) SPAIN,S.L.** [ES/ES];  
Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800 Valls (ES).

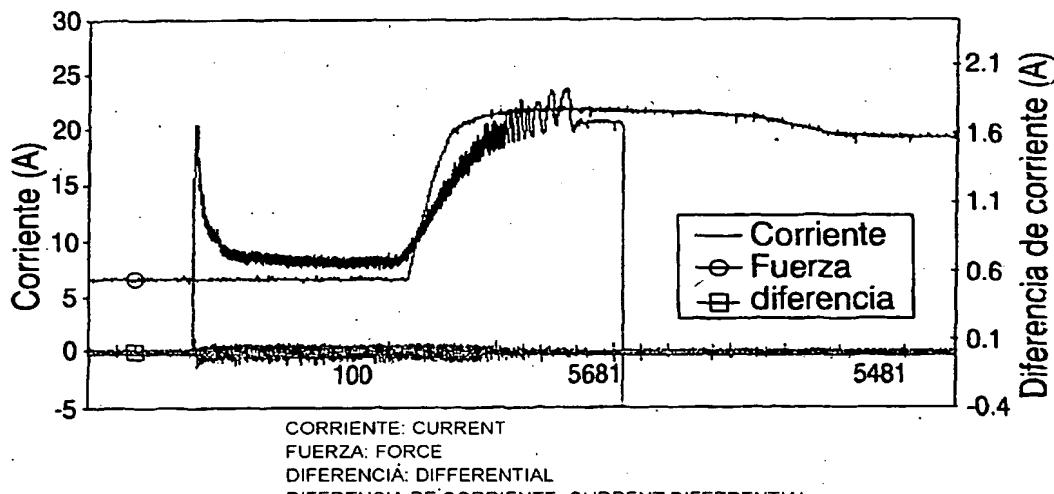
(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **BIG-ORRA VIVES, Jordi** [ES/ES]; Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800 Valls (ES). **FERRE FABREGAS, Antoni** [ES/ES]; Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800 Valls (ES). **SAMITIER MARTI, Josep** [ES/ES]; Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800 Valls (ES). **HERMS BERENGUER, Atila** [ES/ES]; Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800 Valls (ES). **BOTA FERRAGUT, Sebastiá** [ES/ES]; Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800 Valls (ES). **GUTIERREZ GALVEZ, Agustin** [ES/ES]; Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800 Valls (ES). **MERINO PENEDES, Jose, Luis** [ES/ES]; Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800 Valls (ES). **GARCIA HERNANDO, Francisco, Javier** [ES/ES]; Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800 Valls (ES). **JIMENEZ PINO,**

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: METHOD OF DETECTING OBSTRUCTIONS CAUSED BY MOTOR-DRIVEN POWER WINDOWS AND SIMILAR DEVICES USING FUZZY LOGIC ALGORITHMS

(54) Título: METODO DE DETECCIÓN DE ATRAPAMIENTOS CAUSADOS POR ELEVACIUNAS MOTORIZADAS Y SIMILARES, MEDIANTE ALGORÍTMOS DE LÓGICA BORROSA



WO 03/063318 A1

(57) Abstract: The invention relates to a method for the controlled management of a mobile element which is actuated by an electric motor and which comprises an anti-obstruction or anti-impact safety mechanism and to a program for executing same. The aforementioned mobile element can be a window, a vehicle panel, a moveable seat or a similar element which is suitably guided and actuated by a DC electric motor having a permanent magnet. The inventive method comprises a step involving the detection of an obstruction or impact situation in relation to the mobile element using a first fuzzy logic algorithm. The inputs for said algorithm are (i) the position of the mobile element and (ii) the increments that can occur in the intensity of the current consumed by said motor, which is ascertained from the relative increase in the intensity of the current in one revolution of the motor and following a subsequent revolution of the motor. A second fuzzy logic algorithm is used to control the closed-loop velocity of the mobile element.

[Continúa en la página siguiente]



Rafael [ES/ES]; Carrer Fuster, Polígono Industrial, 43800  
Valls (ES).

(74) **Mandatarios:** ARIZTI ACHA, Monica etc.; C/ Jose  
Abascal 45, 28003 Madrid (ES).

(81) **Estados designados (nacional):** JP, US.

(84) **Estados designados (regional):** patente europea (AT, BE,  
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

**Publicada:**

— con informe de búsqueda internacional

Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección  
"Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al  
principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

---

(57) **Resumen:** Método para gestión controlada de un elemento móvil, accionado por un motor eléctrico, con seguridad anti-atrapamiento o anti-choque, y programa para su ejecución. El elemento móvil es una luna, panel de vehículo, asiento desplazable o similar, convenientemente guiado y accionado por un motor eléctrico de CC, de imán permanente y el método comprende una etapa de detección de una situación de atrapamiento o choque del elemento móvil mediante un primer algoritmo de lógica borrosa cuyas entradas son la posición del elemento móvil y los incrementos que puedan producirse en la intensidad de la corriente consumida por dicho motor que es evaluada a partir del aumento relativo de la intensidad de la corriente en una vuelta del motor y tras una vuelta ulterior del motor, próxima. Un segundo algoritmo de lógica borrosa se utiliza para control de la velocidad, en lazo cerrado, del elemento móvil.

- 1 -

METODO DE DETECCIÓN DE ATRAPAMIENTOS CAUSADOS POR ELEVALUNAS MOTORIZADOS Y SIMILARES, MEDIANTE ALGORITMOS DE LÓGICA BORROSA.

5    Campo de la invención

La presente invención se inscribe dentro del campo de los métodos de control de conjuntos electromecánicos y proporciona un método y unos medios para una gestión controlada de un elemento móvil, accionado por un motor eléctrico, con seguridad de poder evitar una acción lesiva de dicho elemento, ya sea contra una parte o miembro de un usuario, ocasionando un aplastamiento, o contra un objeto o parte estructural contra la que sea susceptible de chocar dicho elemento móvil, en su desplazamiento, adoptando ante tal circunstancia, de manera inmediata y automática, unas contramedidas oportunas, deteniendo e invirtiendo la carrera de desplazamiento del citado elemento móvil.

La invención es aplicable, en particular, a un dispositivo elevalunas para un vehículo, accionado por un motor eléctrico de CC, de imán permanente, multipolar, con seguridad de no atrapar y/o ejercer una fuerza de aplastamiento sobre un objeto interpuesto en la trayectoria de dicha luna, tal como un miembro o parte de una persona, aunque su campo de aplicación puede generalizarse a cualquier clase de panel o luna móvil accionado por un motor eléctrico de tales características, siendo sus objetivos principales la precisión en la detección y la velocidad de respuesta y, en consecuencia, la posibilidad que ofrece de una adopción prácticamente inmediata de las citadas contramedidas para evitar dicha situación de atrapamiento o aplastamiento, no deseada y que la misma progrese.

El método propuesto es también adecuado para controlar un asiento, gobernado electromecánicamente, evitando choques contra otras partes del vehículo o golpes contra partes del usuario interpuestas eventualmente en la trayectoria del elemento móvil.

La invención también aporta unos programas cargables en la memoria interna de una computadora para realizar varias de las etapas del método según la invención, en especial del algoritmo de detección de atrapamiento o choque, y de un algoritmo auxiliar para control de velocidad.

Antecedentes de la invención

En relación con los dispositivos de control electrónico, con seguridad anti-aplastamiento, asociados un motor eléctrico destinados a accionar un panel, tal como una luna de un vehículo u otro elemento móvil similar se conocen numerosas ejecuciones de sistemas y métodos pudiendo citar las patentes EP-A-267064, DE-A-4315637, EP-A-714052, US.-A-6002228, US-A-5994858, US-A-5983567, US-A-5949207, US-A-5945796.

10 En general en los métodos y sistemas descritos en las patentes citadas se propone el uso de detectores de posición y sensores de corriente para proporcionar información destinada a ejecutar un algoritmo de control. En alguna de las patentes también se hace mención al uso de detectores de la velocidad angular del motor y/o detectores del par de accionamiento de dicho motor.

15 La patente US-A-6273492 concierne a un mecanismo operativo para accionar la capota de un vehículo descapotable, en donde, en el caso de utilizar un motor de CC, se propone que un control electrónico realice la detección y el cálculo de la tensión y de los picos de corriente mediante, entre varias alternativas, conmutación del motor (técnica del ripple counting).

20

Exposición de la invención

La invención concierne a un método para gestión controlada de un elemento móvil, accionado por un motor eléctrico, con seguridad anti-atrapamiento o anti-choque, siendo dicho elemento móvil, por Ej. una luna o panel de un vehículo, asiento desplazable o similar, el cual va convenientemente guiado y está accionado por un motor eléctrico de CC, de imán permanente, multipolar.

El método comprende tres partes diferenciadas: detección de los picos de rizado de la corriente para la determinación de la posición y velocidad del elemento móvil a controlar, control de la velocidad y detección de una situación de atrapamiento o de choque, utilizándose para las dos últimas partes un algoritmo de lógica borrosa o fuzzy.

Según la invención, a partir de la posición del citado elemento móvil y del incremento relativo de la intensidad de la corriente del motor de CC de

- 3 -

accionamiento, correspondiente a intervalos consecutivos, se ha construido una base de reglas para implementar un primer algoritmo de lógica borrosa, o fuzzy para la detección de situaciones de atrapamiento o choque. El ajuste de los términos borrosos utilizados en el algoritmo se ha realizado a partir de ajuste 5 experimental.

Debido a que el motor eléctrico de CC citado está formado por múltiples polos, su corriente de polarización presenta un rizado continuo. Este rizado se ha utilizado en primer lugar para determinar la posición de la ventana (contando los picos de rizado, según la técnica del ripple counting, en sí conocida) y para 10 calcular el incremento relativo de la intensidad de la corriente. Para mejorar la información ligada a dicho incremento de corriente, éste corresponde a medidas tomadas en uno de los máximos de rizado (siempre se mide en un máximo correspondiente al mismo polo del motor).

Así, y con un mayor detalle, conforme a la invención se propone realizar 15 una detección de una situación de atrapamiento de un objeto o miembro interpuesto en la carrera del citado elemento móvil o de un eventual choque de dicho elemento móvil mediante un primer algoritmo basado en lógica borrosa cuyas entradas son la posición del citado elemento móvil y los incrementos que puedan producirse en la corriente consumida por el motor. En concreto se 20 consideran el aumento relativo de la intensidad de la corriente que se produce en una vuelta del motor y el aumento relativo de dicha intensidad originado tras una vuelta ulterior del motor, próxima, en particular la tercera, inmediatamente subsiguiente, es decir los eventuales incrementos de la intensidad en una vuelta y en tres vueltas del motor.

25 La información de la posición del elemento móvil se conoce en cada momento a través de una detección del rizado de la corriente de polarización del motor mediante variación de la frecuencia de muestreo.

La invención también propone una etapa adicional de control de la velocidad del elemento móvil, en lazo cerrado, utilizando un segundo algoritmo de 30 lógica borrosa con información al mismo de una velocidad deseada o de referencia y evaluación de la desviación respecto a dicha referencia de la velocidad real. El sistema de lógica borrosa empleado tiene como entradas la velocidad en cada momento del elemento móvil y la velocidad deseada para este instante y da como

- 4 -

salida el duty cycle del PWM. El control de velocidad mediante lógica borrosa permite un tiempo de respuesta pequeño a variaciones de carga aplicadas al motor, con lo cual se tiene un control de la velocidad bastante preciso con poca utilización de recursos de un microcontrolador utilizado para su implementación.

5       El método funciona de manera que al detectar un aumento de intensidad de la corriente de consumo del motor de una cierta pendiente disminuye instantáneamente la potencia suministrada al motor. Entonces se pueden producir dos evoluciones posibles de dicha intensidad, una reducción importante de la pendiente, en cuyo caso el motivo de aquel aumento de intensidad se debería a  
10      una fricción dependiente de la velocidad o una reducción ligera de la pendiente indicativa de la existencia de una carga independiente de la velocidad, detectándose un atrapamiento o choque.

Según la invención para evaluar los incrementos relativos de la corriente consumida por el motor que puedan producirse, se utilizan los máximos del rizado 15 de la corriente de polarización de dicho motor medidos en un mismo inductor del motor, es decir aquellos valores de la intensidad que tienen la misma fase dentro de la oscilación de la corriente.

Alternativamente, para evaluar los incrementos relativos de la corriente consumida por el motor que puedan producirse, se utiliza una media de los valores 20 anteriores de dicha corriente.

Conforme al método aquí propuesto, ante una situación, detectada por dicho primer algoritmo de lógica borrosa, en donde dichos incrementos de la corriente capturados, son susceptibles de estar ocasionados por un objeto atrapado en la trayectoria del elemento móvil, o por un choque de dicho elemento 25 móvil en su desplazamiento, se reduce mediante PWM (modulación de la anchura de pulsos) el duty cicle de la corriente de alimentación al motor a un 90 por ciento para discernir, a continuación aplicando de nuevo dicho primer algoritmo de lógica borrosa, si dicho incremento de la intensidad de la corriente tal como un aumento brusco, es debido a una fuerza externa aplicada sobre el elemento móvil o a un 30 esfuerzo derivado de la fricción de dicho elemento móvil con unas partes de guiado del mismo en su desplazamiento.

Alternativamente ante una situación como la descrita en el párrafo anterior y tras una primera ejecución del citado primer algoritmo de lógica borrosa, se reduce

- 5 -

mediante PWM la velocidad del motor de un 30 a un 50 por ciento para discernir, aplicando a continuación otra vez dicho primer algoritmo de lógica borrosa, si dicho incremento de la intensidad de la corriente, tal como un aumento brusco es debido a una fuerza externa aplicada sobre el elemento móvil o a un esfuerzo derivado de 5 la fricción de dicho elemento móvil con unas partes de guiado del mismo en su desplazamiento.

Para una mejor comprensión de las características de la invención se detallará la misma, a continuación, con referencia a unas hojas de dibujos en las que se ha representado un ejemplo de ejecución consistente en la aplicación del 10 método al caso del control de una ventanilla de un vehículo, refiriendo en adelante la situación de atrapamiento o de aplastamiento mediante dichos términos o alternativa e indistintamente como "pinch", atrapamiento o aplastamiento, y las medidas a adoptar como "anti-pinck" o anti-atrapamiento, por ser dichos términos anglofonos muy generalizados en el sector.

15

#### Breve explicación de los dibujos

En la Fig. 1 se muestran esquemáticamente las fuerzas que actúan en una ventanilla durante una situación de atrapamiento o pinch.

En la Fig. 2 se ilustran las diferencias de la corriente entre dos muestras de 20 intensidad consecutivas, mostrando que al aplicarse una fuerza la gráfica no presenta ningún cambio apreciable.

En la Fig. 3a se ilustra la corriente de consumo del motor y en la Fig. 3b considerando sólo los máximos conforme propone la invención.

Las Figs. 4 a 6 ilustran las funciones de pertenencia descriptivas del 25 sistema de lógica borrosa utilizado para detección del pinch, del que se describirán la base de sus reglas. En la Fig. 4 se muestran las funciones de pertenencia de la entrada max 10, en la Fig. 5 las funciones de pertenencia de la entrada max 30 y en la Fig. 6 se han representado las funciones de pertenencia de la entrada posición.

30

#### Explicación en detalle de un ejemplo de ejecución de la invención

Tal como se ha indicado, en general se denominará *pinch* al atrapamiento y/o eventual aplastamiento de un objeto por la ventanilla de un vehículo al subir

- 6 -

en modo automático. En el funcionamiento normal de la ventanilla de un vehículo, por Ej. un automóvil, este objeto puede ser una parte del cuerpo humano como una mano o un dedo o incluso el cuello. Por lo tanto, el objetivo de todo método anti-pinch o de gestión controlada de un elemento móvil, 5 convenientemente guiado y accionado por un motor eléctrico de CC, tal como una ventanilla, en el Ej. que se está explicando, es evitar esta situación. Para ello, el sistema de control ha de ser capaz de detectar la presencia de cualquier objeto que se encuentre en la trayectoria de la ventanilla.

El método de control propuesto ha de realizar las siguientes acciones:

10        a)      subir y bajar la ventanilla en modo manual o automático, cuando se indique mediante unos pulsadores de mando;

              b)      parar el motor cuando la ventanilla llegue a los topes superior o inferior;

              c)      realizar un control de la velocidad de la ventanilla; y

15        d)      en modo de subida automática ha de detectar si un objeto queda atrapado entre la ventanilla y el marco superior de la ventana.

La última función es la de más difícil ejecución teniendo en cuenta que el método ha de ser capaz de detectar una fuerza de 60 N aplicada a la ventanilla 20 en un tiempo de 10 ms, conforme a las especificaciones normativas del sector.

La invención propone realizar la detección de *pinch* mediante un primer algoritmo basado en lógica borrosa (Fuzzy-logic) utilizando como entrada la información que proporciona la intensidad de corriente que le llega al motor de la ventanilla y la posición.

25        El valor de la intensidad de la corriente consumida por el motor depende de la fuerza que se ejerce sobre la ventanilla, por lo tanto al aumentar la fuerza aumenta la corriente. El atrapamiento originará un incremento repentino de la corriente, que en principio sería fácilmente detectable si se conoce el valor que alcanza la corriente del motor en régimen de funcionamiento normal. Sin 30 embargo existe un factor, la fricción que sufre la ventanilla, que hace que la fuerza total no sea constante durante todo el proceso de subida. Esta fricción en condiciones reales puede variar por el estado del marco y guías de la ventanilla, por efecto de la temperatura ambiental, por otras condiciones climáticas y por

- 7 -

razones adicionales. Por ello, el valor de la citada corriente puede variar de manera bastante impredecible en momentos diferentes de la vida del coche. Esto provoca que no se pueda usar un valor de referencia fijo con el que comparar el valor instantáneo de la intensidad del motor, para detectar una 5 condición de atrapamiento.

Para desarrollar el algoritmo es necesario conocer cuales son las fuerzas que actúan sobre la ventanilla en cada momento. En la Fig. 1 se ilustra el esquema de las fuerzas que actúan en la ventanilla durante un atrapamiento.

El trabajo eléctrico suministrado al motor viene expresado por:

10

$$W_{electrico} = V \cdot I \cdot t$$

donde  $V$  es la tensión aplicada al motor,  $I$  es la intensidad de la corriente del motor y  $t$  el tiempo. Este trabajo eléctrico es convertido en trabajo mecánico por 15 el motor transformándolo en el movimiento de la ventanilla. El trabajo que realiza la ventanilla es:

$$W_{ventanilla} = F_{total} \cdot s$$

20 donde  $F_{total}$  es la fuerza que trasmite el motor a la ventanilla y  $s$  es el espacio recorrido por la ventanilla.

No todo el trabajo eléctrico suministrado al motor se transmite a la ventanilla, tenemos una parte que se convierte en calor en el sistema electro-mecánico de la ventanilla, de manera que:

$$W_{ventanilla} = \eta \cdot W_{electrico}$$

$\eta$  es la eficiencia de la trasmisión de trabajo.

30

- 8 -

En una situación de atrapamiento de un objeto o pinch, la fuerza transmitida por el motor a la ventanilla se podrá considerar igual en módulo a la fuerza de fricción y a la fuerza ejercida por el objeto, es decir:

5

$$F_{total} = F_{pinch} + F_{friccion}$$

Por lo tanto, la fuerza que ejerce el objeto atrapado se podrá expresar de la siguiente manera:

10

$$F_{pinch} = F_{total} - F_{friccion} = \frac{\eta \cdot V \cdot I \cdot t}{s} - F_{friccion}$$

15

Para una cierta relación de trasmisión,  $T_{motor}$ , del desplazamiento angular del motor respecto del desplazamiento lineal de la ventanilla, se puede relacionar  $s$  y  $t$  a través de la velocidad angular del motor o su inversa, el periodo  $T$ .

$$s = T_{motor} \cdot rpm \cdot t = T_{motor} \cdot \frac{t}{T}$$

20

Con lo que la fuerza ejercida por un atrapamiento o pinch se expresará de la siguiente manera:

$$F_{pinch}(t) = \frac{\eta(V) \cdot V(t) \cdot I(t) \cdot T(t)}{T_{motor}} - F_{friccion}(t)$$

25

Al producirse un pinch  $F_{pinch}$  se incrementa en un corto espacio de tiempo. El único factor de la parte de la derecha de la igualdad que puede responder al rápido aumento de  $F_{pinch}$  es la intensidad de la corriente  $I(t)$ . En consecuencia, conforme a las propuestas de esta invención, se propone utilizar la diferencia entre el valor de la intensidad de la corriente actual y un valor anterior, cercano, para la detección del pinch. De esta manera se evita o contrarresta eficazmente el efecto originado por la fricción, ya que aunque ésta

- 9 -

varie de manera impredecible los cambios no son demasiado bruscos. Por lo tanto al hacer una resta del valor de la intensidad de la corriente respecto a un valor anterior cercano se puede considerar la fricción constante en este intervalo, asegurando que esta variación de las intensidades de la corriente es consecuencia solamente de la fuerza aplicada por efecto del pinch.

Se detallan a continuación los parámetros utilizados para la detección del pinch conforme al método propuesto.

Para la detección del atrapamiento de un objeto se tendrá en cuenta la información que proporcionan dos parámetros:

10 (i) la posición de la ventanilla  
(ii) el aumento relativo de la intensidad de corriente.

El primer parámetro es útil ya que el atrapamiento en la gran mayoría de casos se produce en la parte superior del recorrido de la ventanilla, es decir, cuando ésta se encuentra cerca del marco superior. Por lo tanto se pretende 15 que el sistema sea mucho más sensible en la zona final del recorrido de la ventanilla. La posición de la ventanilla en cada momento se puede conocer a partir del conteo de los pulsos de intensidad relacionados con la naturaleza multipolar del motor (técnica del ripple counting, en sí conocida).

El segundo factor, el aumento relativo de la intensidad, permitirá detectar 20 incrementos bruscos de la fuerza ejercida sobre la ventanilla. Aunque aparentemente el cálculo de este parámetro puede parecer sencillo, simplemente haciendo una resta entre dos valores de las intensidades de las corrientes, aparecen ciertos problemas si no se escogen adecuadamente los valores de la intensidad de la corriente a restar.

25 Para aumentar el tiempo de reacción del sistema anti-pinch la primera solución analizada por los inventores fue la de restar el valor actual de la intensidad de la corriente al valor de la intensidad de la corriente muestreado en el instante anterior. Sin embargo, se constató que el resultado obtenido se ve afectado por el rizado de corriente. En función de la frecuencia de muestreo 30 utilizada, las diferencias de intensidad se verán afectadas por variaciones de más alta frecuencia asociadas al efecto de los polos del motor, situación que se refleja en la Fig. 2 de los dibujos.

Para evitar este problema los inventores han previsto varias soluciones:

- 10 -

(i) Utilizar una media de valores anteriores de la intensidad de la corriente, con lo cual se tiene una referencia estable sin oscilaciones.

5 (ii) Encontrar valores de la intensidad de la corriente que sean representativos del aumento de la fuerza sobre la ventanilla, y así evitar el efecto del ripple o rizado.

La primera solución, aunque aparentemente más sencilla, tiene sin embargo dos inconvenientes respecto a la segunda, que son: la menor precisión al detectar un pinch ,y por lo tanto un tiempo de respuesta mayor, y la necesidad 10 de utilizar más memoria y más tiempo de un microcontrolador utilizado en el equipo de soporte para implementar dicha solución.

En la segunda solución, se utilizan aquellos valores de la intensidad que tengan la misma fase dentro de la oscilación de la corriente. Esta característica la cumplen los máximos del rizado.

15 Sin embargo, se observa (ver Figs.3a y 3b) que los valores de los máximos todavía presentan una cierta oscilación. Ello se debe a que la corriente por cada uno de los diez bobinados del motor eléctrico de CC no es exactamente igual, sino que varía ligeramente. Para evitar dicho problema que introduce la oscilación de corriente se utilizará la diferencia de aquellos valores 20 de corriente que correspondan a un mismo bobinado. Es decir, al valor de corriente del máximo actual se le resta el valor de corriente del máximo que corresponde al mismo bobinado en la vuelta anterior.

Utilizar tan solo los máximos para la detección del pinch comporta una limitación en la frecuencia a la que puede operar el método (gama de 25 funcionamiento del algoritmo anti-pinch), ya que sólo comprobará si ocurre pinch cada vez que se produzca un máximo. Sin embargo, la precisión que se obtiene compensa.

Una vez definidos los parámetros utilizados por el algoritmo, se procede a continuación a exponer las etapas y estructura de dicho algoritmo basado en 30 lógica borrosa para la detección del pinch.

Tal como se ha indicado las entradas del sistema borroso son: la posición de la ventanilla, el aumento relativo de la intensidad de la corriente en una vuelta

- 11 -

del motor y el aumento relativo de la intensidad de corriente en tres vueltas del motor.

Se ha estimado conveniente introducir dos entradas referentes al aumento de intensidad de corriente por dos razones. En primer lugar para tener 5 dos referencias cercanas que aunque parecidas nos dan información diferente. En segundo para hacer el sistema más tolerante a errores, ya que no se detectará anti-pinch a no ser que las dos entradas den valores altos.

Para encontrar las funciones de pertenencia de las entradas que provienen de la intensidad se ha calculado cual es el valor de esta señal, bajo 10 diferentes condiciones de fricción y considerando todo el recorrido de la ventanilla incluido un atrapamiento al final. Se ha calculado la media de los valores de la señal antes de llegar al pinch. Este valor medio se ha utilizado para situar el punto medio de la función de pertenencia Z (cero, es la central). El ancho de esta función de pertenencia, que corresponde a los puntos centrales 15 de las otras dos funciones de pertenencia, se ha ajustado dependiendo de la respuesta del sistema en función de resultados experimentales.

Las funciones de pertenencia de la entrada correspondiente a la posición se han escogido separando el espacio total recorrido por la ventanilla en tres zonas. En la base de las reglas queda reflejado que el sector donde el pinch es 20 más probable es la zona más cercana al marco de la ventanilla.

El sistema de lógica borrosa utilizado tiene las características que reflejan las funciones de pertenencia de las Figs. 4, 5 y 6, que son auto explicativas, indicándose en el caso de las dos primeras Figs., en ordenadas, la probabilidad y en abcisas la diferencia entre intensidades detectada y en la tercera Fig. en su eje de abcisas el nº de picos de rizado (ripples) contados. 25

La base de reglas del sistema de lógica borrosa utilizado es :

IF max10=N AND max30=N AND posición= baja THEN salida=0  
IF max10=Z AND max30=N AND posición=baja THEN salida=0  
30 IF max10=P AND max30=N AND posición=baja THEN salida=0  
IF max10=N AND max30=Z AND posición=baja THEN salida=0  
IF max10=Z AND max30=Z AND posición=baja THEN salida=0  
IF max10=P AND max30=Z AND posición=baja THEN salida=0

- 12 -

IF max10=N AND max30=P AND posición=baja THEN salida=0  
IF max10=Z AND max30=P AND posición=baja THEN salida=0  
IF max10=P AND max30=P AND posición=baja THEN salida=0

5 IF max10=1 AND max30=1 AND posición=media THEN salida=0  
IF max10=Z AND max30=1 AND posición=media THEN salida=0  
IF max10=P AND max30=1 AND posición=media THEN salida=0  
IF max10=1 AND max30=Z AND posición=media THEN salida=0  
IF max10=Z AND max30=Z AND posición=media THEN salida=0

10 IF max10=P AND max30=Z AND posición=media THEN salida=0  
IF max10=1 AND max30=P AND posición=media THEN salida=0  
IF max10=Z AND max30=P AND posición=media THEN salida=0  
IF max10=P AND max30=P AND posición=media THEN salida=0

15 IF max10=1 AND max30=1 AND posición=alta THEN salida=0  
IF max10=Z AND max30=1 AND posición=alta THEN salida=0  
IF max10=P AND max30=1 AND posición=alta THEN salida=0  
IF max10=1 AND max30=Z AND posición=alta THEN salida=0  
IF max10=Z AND max30=Z AND posición=alta THEN salida=0

20 IF max10=P AND max30=Z AND posición=alta THEN salida=1  
IF max10=1 AND max30=P AND posición=alta THEN salida=0  
IF max10=Z AND max30=P AND posición=alta THEN salida=1  
IF max10=P AND max30=P AND posición=alta THEN salida=1

25 En esta base de reglas se reflejan bajo que situaciones un controlador experto decidiría si se produce un pinch. El ajuste de los términos borrosos (indicados en las figuras 5 y 6) se ha generado a partir de la respuesta del sistema a los valores de intensidad de corriente recogidos en múltiples subidas de la ventanilla bajo diferentes condiciones de fricción de la ventanilla. La salida 30 del sistema de lógica borrosa indicará si se ha producido un pinch o no. La salida 1 indica pinch o atrapamiento.

En caso de detectarse pinch se realizará de inmediato y sucesivamente una nueva comprobación. Así, después de detectarse un pinch, se propone

- 13 -

reducir el duty cycle un 90% y se comprueba si en el siguiente máximo de intensidad se produce de nuevo el pinch. Hay que remarcar que al hacer esto, el sistema sigue cumpliendo unos tiempos de detección adecuados para adoptar unas contramedidas eficaces.

5 Esto permite ajustar los parámetros del sistema fuzzy de detección para hacerlo más sensible, ya que aunque inicialmente detecte aumentos de fricción como pinch, al reducir la potencia del motor se descartarán como posibles atrapamientos.

En conclusión, el sistema de detección fuzzy propuesto, en el Ejemplo de  
10 implementación descrito, utilizará como entradas la posición de la ventanilla, el aumento relativo de la intensidad de la corriente respecto a una vuelta y respecto a tres vueltas del motor, y empleará la reducción del duty cycle en un 90 por ciento para discernir entre aumentos bruscos de la fricción y fuerzas externas aplicas sobre la ventanilla.

15 Tal como se ha referido, tras detectar un pinch se puede realizar alternativamente una reducción mediante PWM de la velocidad del motor de un 30 a un 50 por ciento para discernir, aplicando a continuación de nuevo dicho primer algoritmo de lógica borrosa, si dicho incremento relativo de intensidad de la corriente, tal como un aumento brusco de intensidad, es debido a una fuerza  
20 externa aplicada sobre el elemento móvil o a un esfuerzo derivado de la fricción de dicho elemento móvil con unas partes de guiado del mismo en su desplazamiento.

Habiendo descrito en modo suficiente la invención para poder ser puesta en práctica por un técnico en la materia, se recaba hacer extensivo su objeto a aquellas variaciones de detalle que no alteren su esencialidad que se resume en  
25 las siguientes reivindicaciones.

- 14 -

### REIVINDICACIONES

1.- Método para gestión controlada de un elemento móvil, accionado por un motor eléctrico, con seguridad anti-atrapamiento o anti-choque, estando dicho elemento móvil, tal como una luna o panel de un vehículo, asiento desplazable o similar, convenientemente guiado y accionado por un motor eléctrico de CC, de imán permanente, multipolar, caracterizado por realizar una detección de una situación de atrapamiento de un objeto o miembro interpuesto en la carrera del citado elemento móvil o de un eventual choque de dicho elemento móvil mediante un primer algoritmo basado en lógica borrosa cuyas entradas son la posición del citado elemento móvil y los incrementos relativos que puedan producirse en la intensidad de la corriente consumida por el motor en una vuelta del motor y tras una vuelta ulterior de dicho motor, próxima.

2.- Método, según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha vuelta ulterior, próxima, es la tercera, inmediatamente subsiguiente a la primera en que se detectó dicho incremento relativo en la intensidad de la corriente consumida por el motor.

3.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque para evaluar los incrementos de la intensidad de la corriente consumida por el motor que puedan producirse, se utilizan los máximos del rizado de la corriente de polarización de dicho motor medidos en un mismo inductor del motor, o sea aquellos valores de la intensidad que tienen la misma fase dentro de la oscilación de la corriente.

4.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque para evaluar los incrementos de la intensidad de la corriente consumida por el motor que puedan producirse, se utiliza una media de los valores anteriores de dicha corriente.

5.- Método, según la reivindicación 3, caracterizado porque tras una primera detección de atrapamiento o choque por aplicación de dicho primer algoritmo, se reduce mediante PWM el duty cicle de la corriente de alimentación al motor a un 90 por ciento, para discernir a continuación, aplicando nuevamente dicho primer algoritmo de lógica borrosa, si dicho incremento de la intensidad de la corriente, tal como un aumento brusco, es debido a una fuerza externa aplicada sobre el elemento móvil o a un esfuerzo derivado de la fricción de dicho elemento móvil respecto a unas partes de guiado del mismo en su desplazamiento.

- 15 -

6.- Método, según la reivindicación 1, caracterizado porque tras una primera detección de atrapamiento o choque por aplicación de dicho primer algoritmo, se reduce mediante PWM la velocidad del motor de un 30 a un 50 por ciento para discernir, aplicando a continuación dicho primer algoritmo de lógica borrosa, si 5 dicho incremento de la intensidad de la corriente, tal como un aumento brusco, es debido a una fuerza externa aplicada sobre el elemento móvil o a un esfuerzo derivado de la fricción de dicho elemento móvil con unas partes de guiado del mismo en su desplazamiento.

7.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la información 10 acerca de la posición del elemento móvil se obtiene por medio de una detección del rizado de la corriente de polarización del motor mediante variación de la frecuencia de muestreo.

8.- Método, según la reivindicación 3, caracterizado por comprender una etapa de control de la velocidad del elemento móvil, en lazo cerrado, utilizando un 15 segundo algoritmo de lógica borrosa con información al mismo de una velocidad deseada o de referencia y evaluación de la desviación respecto a dicha referencia de la velocidad real.

9.- Método, según la reivindicación 8, caracterizado porque dicha velocidad real es medida a partir de dicha detección del rizado de la corriente de polarización 20 del motor.

10.- Un programa informático que es susceptible de ser cargado directamente en la memoria interna de un ordenador digital y comprende partes de código de dicho programa informático para llevar a cabo los pasos del método de la reivindicación 1, ejecutando dicho primer algoritmo de lógica 25 borrosa.

11.- Un programa informático que es susceptible de ser cargado directamente en la memoria interna de un ordenador digital y comprende partes de código de dicho programa informático para llevar a cabo los pasos de la reivindicación 8, ejecutando dicho segundo algoritmo de lógica borrosa.

1/2

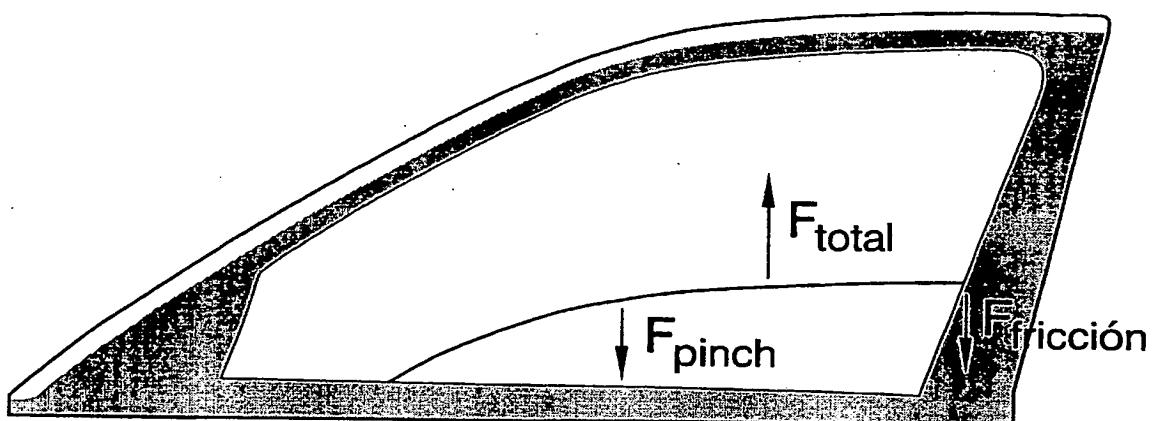


FIG.1

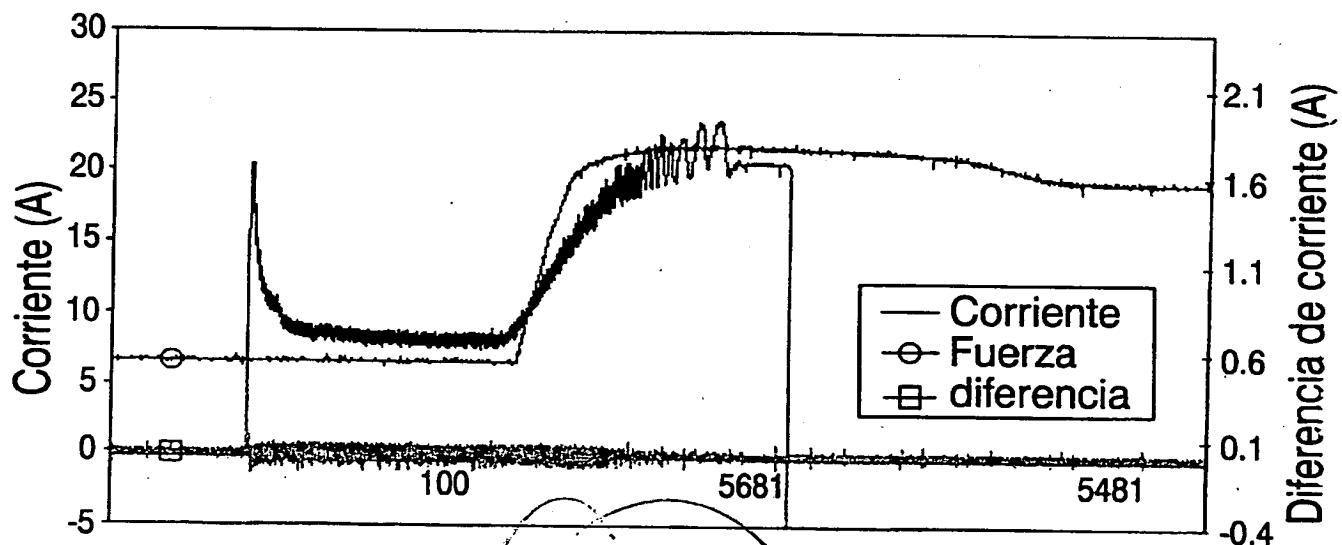


FIG.2

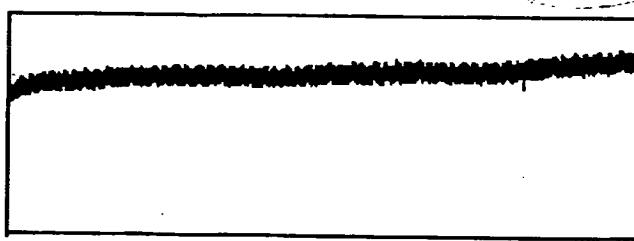


FIG.3a

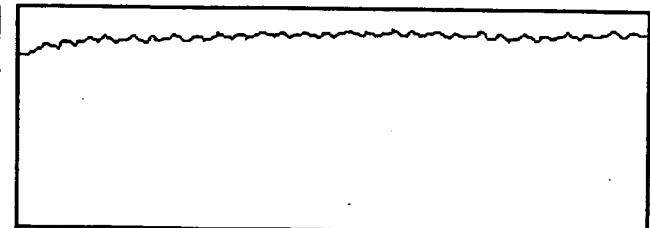


FIG.3b

2/2

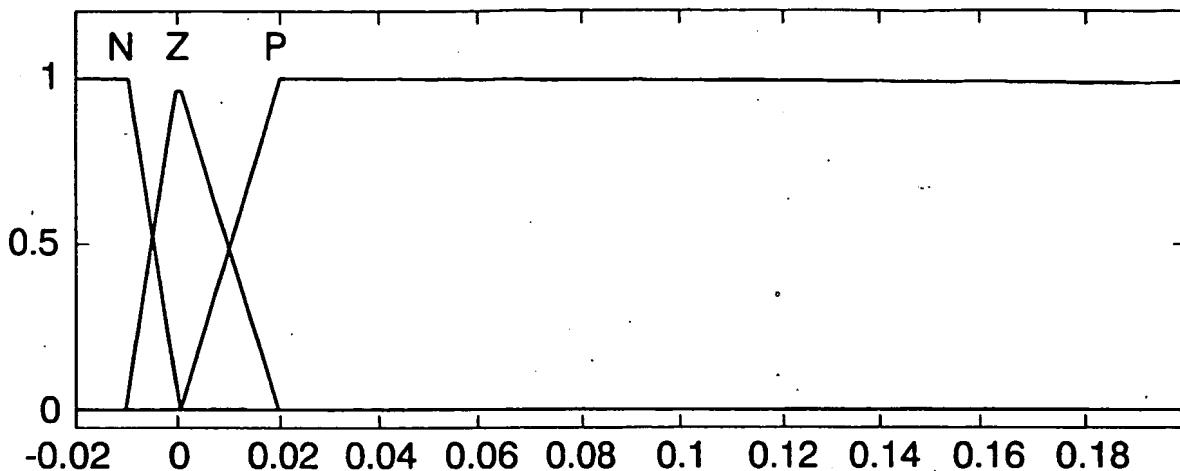


FIG.4

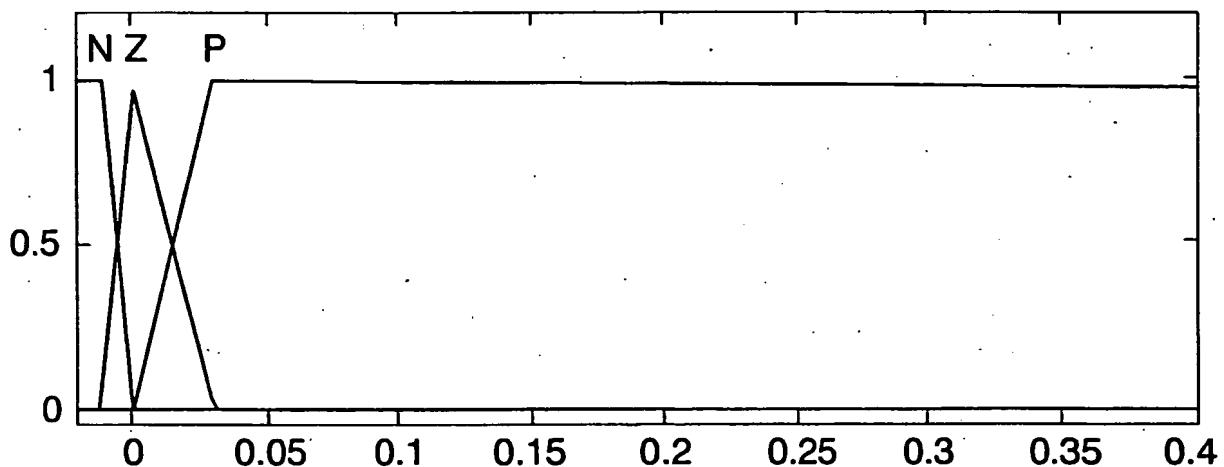


FIG.5

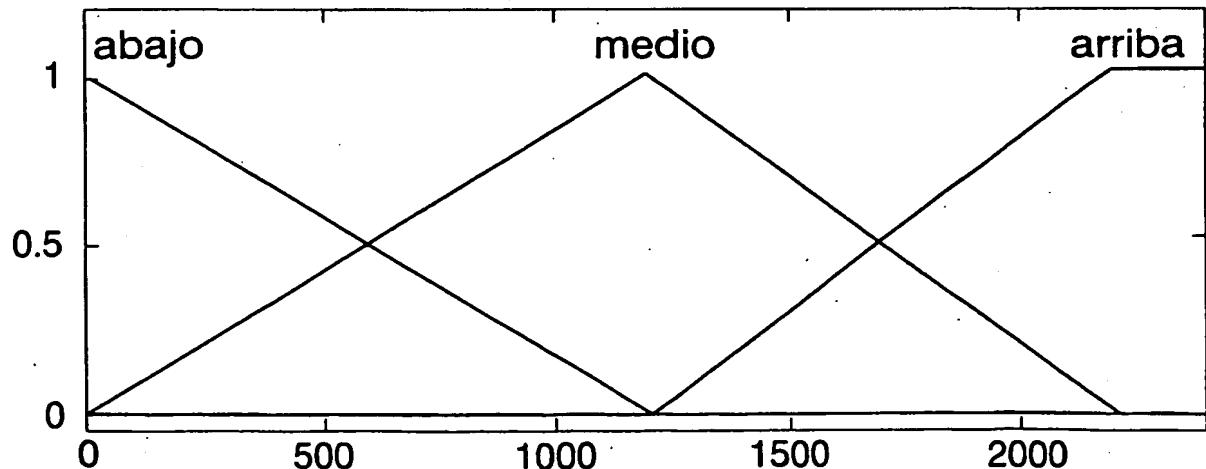


FIG.6

HOJA DE SUSTITUCION (REGLA 26)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES 01/00508

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC<sup>7</sup>: H02H7/085, E05F15/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC<sup>7</sup>: H02H, E05F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPDOC, PAJ.

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 05-115190 A (OMRON CORP.) 07.05.1993; <b>paragraphs 10-26; figures 1-7</b>	1,4,10
A	JP 06-106971 A (NIPPONDENSO CO. LTD.) 19.04.1994; <b>paragraphs 6-18, 36; figures 1, 7-9, 11</b>	1,10

<input type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	

Date of the actual completion of the international search <b>31 May 2002 (31.05.02)</b>	Date of mailing of the international search report <b>07 June 2002 (07.06.02)</b>
Name and mailing address of the ISA/ <b>S.P.T.O.</b>	Authorized officer

Facsimile No. Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

**PCT/ES 01/00508**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 05-115190 A	07.05.1993	<b>NONE</b>	
JP 06-106971 A	19.04.1994	<b>NONE</b>	

## INFORME DE BUSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº  
PCT/ ES 01/00508

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

CIP<sup>7</sup>: H02H7/085, E05F15/16

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y la CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima consultada (sistema de clasificación, seguido de los símbolos de clasificación)

CIP<sup>7</sup>: H02H, E05F

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda:

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados):

WPI, EPDOC, PAJ.

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	JP 05-115190 A (OMRON CORP.) 07.05.1993; párrafos 10-26; figuras 1-7.	1,4,10
A	JP 06-106971 A (NIPPONDENSO CO. LTD.) 19.04.1994; párrafos 6-18, 36; figuras 1, 7-9, 11.	1,10

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familia de patentes se indican en el anexo

\* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&amp;" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. 31 de mayo de 2002 (31.05.2002)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional  
**- 7 JUN 2002 - 7. 06. 02**Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional  
**O.E.P.M.**  
C/Panamá 1, 28071 Madrid, España.Funcionario autorizado  
**ANDRÉS LÓPEZ ALONSO**  
nº de teléfono + 34 913495522 n° de fax +34 913495304

**INFORME DE BUSQUEDA INTERNACIONAL**

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud Internacional nº  
**PCT/ES 01/00508**

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
JP 05-115190 A	07.05.1993	NINGUNO	
JP 06-106971 A	19.04.1994	NINGUNO	

THIS PAGE BLANK (USPTO)